

**DISTRIBUSI DAN POPULASI *Cecidochara connexa*
MACQUART (DIPTERA: TEPHRITIDAE) SERTA
PARASITOIDNYA DI KAWASAN GUNUNG ARJUNO DAN
GUNUNG BROMO, JAWA TIMUR**

**Oleh
PRITA AMALIA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**DISTRIBUSI DAN POPULASI *Cecidochara connexa*
MACQUART (DIPTERA: TEPHRITIDAE) SERTA
PARASITOIDNYA DI KAWASAN GUNUNG ARJUNO DAN
GUNUNG BROMO, JAWA TIMUR**

Oleh :
PRITA AMALIA
145040201111302

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MALANG
2018**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dengan bimbingan dari dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, September 2018

Penulis



**HAL TERPENTING BUAT SEORANG ANAK UNTUK
BERBAKTI KEPADA ORANG TUA ADALAH....**

**MELIHAT ORANGTUA PANJANG UMUR DAN
MERASAKAN KESUKSESAN ANAKNYA**



***Skripsi ini kupersembahkan
untuk orang yang aku sayang yaitu Ibu, Bapak dan Adikku Brian***

RINGKASAN

PRITA AMALIA. 145040201111302. Distribusi dan Populasi *Cecidochoares connexa* Macquart (Diptera: Tephritidae) serta Parasitoidnya di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo, Jawa Timur. Dibawah bimbingan Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si., sebagai pembimbing utama dan Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP., sebagai dosen pembimbing pendamping

Di Indonesia, *Chromolaena odorata* merupakan gulma penting di padang pengembalaan dan perkebunan. Gulma ini berupa semak berkayu dan membentuk kelompok. Salah satu pengendalian secara biologi *C. odorata* yaitu dengan mengintroduksi *Cecidochoares connexa* pada tahun 1993 dari Columbia oleh Balai Penelitian Kelapa Sawit, Marihat, Sumatera Utara dan memperoleh izin pelepasan pada tahun 1995 oleh Menteri Pertanian. *C. connexa* merupakan lalat pembentuk puru batang pada *C. odorata*. Namun, upaya untuk mengatasi gulma *C. odorata* dengan cara pengendalian biologi menggunakan *C. connexa* cenderung kurang berhasil. Hal ini disebabkan adanya musuh alami dari lalat *C. connexa* yaitu predator dan parasitoid. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui distribusi dan populasi dari *C. connexa* serta parasitoidnya pada berbagai ketinggian tempat dan tipe penggunaan lahan di sekitar kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo.

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* yaitu menentukan lokasi yang ditemukan *C. odorata* pada berbagai ketinggian tempat (500 mdpl hingga 1000 mdpl) dan tipe penggunaan lahan berbeda di Kawasan Gunung Arjuno dan Bromo. Pengambilan puru *C. connexa* dan parasitoidnya dilakukan pada sembilan transek berdasarkan keberadaan *C. odorata*. Di setiap transek keberadaan *C. odorata* dihitung populasinya dan dicatat tipe penggunaan lahan dan koordinat lokasinya. Batang atau tangkai *C. odorata* yang terdapat puru *C. connexa* diambil kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan diberi label. Puru *C. connexa* yang diperoleh, dibawa ke laboratorium untuk diamati kemunculan imago lalat *C. connexa* dan parasitoidnya. Imago yang muncul baik *C. connexa* dan parasitoidnya dilakukan identifikasi dengan menggunakan mikroskop binokuler di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *C. odorata* dapat tumbuh di berbagai tipe penggunaan lahan, meliputi lahan kosong, *agroforestry*, tegalan, kebun, perumahan, sawah dan pinggir jalan. *C. odorata* lebih banyak ditemukan di lahan kosong dibandingkan dengan tipe penggunaan lahan lainnya. Keberadaan *C. odorata* diikuti pula dengan keberadaan lalat puru *C. connexa*. Walaupun demikian populasi lalat puru *C. connexa* cenderung menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian tempat. Parasitoid yang ditemukan memarasit *C. connexa* berasal dari Ordo Hymenoptera yaitu dari famili Ichneumonidae, famili Braconidae, famili Ormyridae dan famili Eulophidae. Distribusi dan populasi *C. connexa* serta parasitoidnya dipengaruhi tipe penggunaan lahan, tetapi ketinggian tempat tidak berpengaruh.

SUMMARY

PRITA AMALIA. 145040201111302. Distribution and Population of *Cecidochares connexa* Macquart (Diptera: Tephritidae) and its Parasitoid in the landscape of Arjuno and Bromo Mountain, East Java. Supervised by Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si., and Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP.

In Indonesia, *Chromolaena odorata* is an important weed in pasture fields and plantations. This weed is a woody shrubs and form groups. A biological control technique to control *C. odorata* was by introducing *Cecidochares connexa* from Columbia in 1993 by the Indonesian Palm Oil Research Institute, Marihat, North Sumatra and with a release permit by the Minister of Agriculture in 1995. *C. connexa* is a fly that form gall stem in *C. odorata*. However, efforts to overcome weed *C. odorata* by controlling biology using *C. connexa* tend to be less successful. This is due to the present of natural enemies of flies *C. connexa*, both of predators and parasitoids. The purpose of research was to study the distribution and population *C. connexa* and its parasitoid in various altitudes and land use types around the both of Arjuno and Bromo Mountain.

The research used a purposive sampling method, in the locations which were found *C. odorata* with a various of altitude (500 m dpl to 1000 m dpl) and land use tend both Arjuno and Bromo Mountain. The sampling of gall *C. connexa* and its parasitoids from nine selection transects based on the presence of *C. odorata* was found. Each transect of the presence of *C. odorata* is tagged with GPS and the population is calculated. Stems of *C. odorata* contained the gall of *C. connexa* were removed and placed in a container and labeled. Gall of *C. connexa*, taken to the laboratory to observed the appearance of fly *C. connexa* and parasitoids. Imago, which displays both *C. connexa* and its parasitoids, were identified with a binocular microscope in the Plant Pest Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya.

The results showed that *C. odorata* was found in various land uses, including open area, *agroforestry*, gardens, settlement, rice fields and roadside. *C. odorata* was mostly found in open area compare to other land use types. The presence of *C. odorata* was also followed by the presence of fly *C. connexa*. However, the population of the *C. connexa* population tend to decrease with increasing altitude. The parasitoid of *C. connexa* was from Hymenoptera Order i.e. family of Ichneumonidae, Braconidae, Ormyridae and Eulophidae. The distribution and population of *C. connexa* and its parasitoids depend on the land use type and did not affect by altitude of the site.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Distribusi dan Populasi *Cecidochares connexa* Macquart (Diptera: Tephritidae) serta Parasitoidnya di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo, Jawa Timur”.

Skripsi ini dapat terwujud berkat kerja sama dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP selaku Dosen Pembimbing Pendamping skripsi yang telah memberikan bimbingan, waktu, pikiran dan tenaga dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang telah mengesahkan secara resmi judul penelitian sebagai bahan penulisan skripsi.
3. Bapak tercinta Anang Efendi, Ibunda tercinta Sruniwati dan Adikku Brian Nova Arianto, serta segenap keluarga yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi kepada penulis.
4. Rizky Nanda Gusti Pradana yang selalu memberi semangat, dukungan dan bantuan dalam penelitian hingga penulisan skripsi ini dan teman-teman HIMAPTA, dan HPT 2016 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Malang, September 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Prita Amalia, dilahirkan di Probolinggo pada tanggal 12 Maret 1996 dari pasangan Bapak Anang Efendi dan Ibu Sruniwati. Penulis merupakan putri pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Jalan Kapten Patimura Gg Tajungan Kavlingan Barat no 54 Kecamatan Mayangan, Kelurahan Mangunharjo, Kota Probolinggo, Jawa Timur.

Penulis menempuh pendidikan di TK Barunawati (2001-2002), kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SDN Mangunharjo 10 (2002-2008). Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 4 Probolinggo (2008-2011), kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 3 Probolinggo (2011-2014). Penulis selanjutnya menjadi mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya (2014) melalui jalur SNMPTN dan terdaftar sebagai mahasiswa minat Perlindungan Tanaman (2016/2017).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi di tingkat Fakultas Pertanian yaitu HIMAPTA. Di dalam organisasi tersebut penulis sebagai anggota dari Departemen LITBANG. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan kepanitian yang ada di program kerja HIMAPTA. Tahun 2017 penulis telah melaksanakan Program Magang Kerja di Kelompok Tani Organik Brenjonk, Mojokerto.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
GAMBAR LAMPIRAN.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
TABEL LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gulma Invasif <i>C. odorata</i>	4
2.1.1 Morfologi	4
2.2 Lalat Puru <i>C. connexa</i>	6
2.2.1 Biologi	6
2.2.2 Pelepasan <i>C. connexa</i> di Indonesia	7
2.2.3 Lalat Puru <i>C. connexa</i> sebagai Agens Hayati <i>C. odorata</i>	7
2.3 Interaksi Musuh Alami dari Gulma Invasif dengan Serangga Lokal	8
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	11
3.3.1 Penentuan Lokasi	11
3.3.2 Pengambilan Puru <i>C. connexa</i> dan Parasitoidnya pada <i>C. odorata</i> dari Lokasi Penelitian	13
3.3.3 Koleksi Puru <i>C. connexa</i> dan parasitoidnya dari Lokasi Penelitian	13
3.4 Analisis Data.....	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 Distribusi dan Populasi dari <i>C. odorata</i> dan <i>C. connexa</i>	15
4.2 Populasi <i>C. connexa</i> dan Parasitoidnya	20
V. PENUTUP	24
5.1 Kesimpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi	4
2.	<i>C. odorata</i> dewasa membentuk semak	5
3.	Imago <i>C. connexa</i>	6
4.	Predator yang Berasosiasi dengan Lalat Puru <i>C. connexa</i>	9
5.	Serangga Lain yang Berasosiasi dengan <i>C. odorata</i>	10
6.	Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian di Kawasan Gunung Arjuno	12
7.	Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian di Kawasan Gunung Bromo	13
8.	Pengambilan sampel puru <i>C. connexa</i>	14
9.	Populasi Rumpun <i>C. odorata</i> dan Puru <i>C. connexa</i>	19

GAMBAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Famili dari Hymenoptera Parasitoid yang ditemukan di dalam puru <i>C. connexa</i>	31
2.	Hasil Identifikasi <i>C. connexa</i>	31
3.	<i>C. odorata</i> di Lahan Kosong	32
4.	<i>C. odorata</i> di Tegalan Tebu	32
5.	<i>C. odorata</i> di Kebun Jeruk	33
6.	<i>C. odorata</i> di Perumahan	33
7.	<i>C. odorata</i> di Pinggir Jalan	34
8.	<i>C. odorata</i> di Sawah	34
9.	<i>C. odorata</i> di Agroforestry	35
10.	Puru Berlubang	35
11.	Pemotongan Puru dari <i>C. odorata</i>	36
12.	Koleksi Puru <i>C. connexa</i>	36

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Populasi Rumpun <i>C. odorata</i> dan <i>C. connexa</i> pada Setiap Transek di Kawasan Gunung Arjuno dan Bromo	15
2.	Populasi Rumpun <i>C. odorata</i> dan <i>C. connexa</i> pada Setiap Tipe Penggunaan Lahan di Kawasan Gunung Arjuno dan Bromo	17
3.	Populasi dan Rasio <i>C. connexa</i> di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo	20
4.	Persentase Puru <i>C. connexa</i> dan Imago <i>C. connexa</i> di Kawasan Gunung Arjuno dan Bromo	21
5.	Kekayaan spesies dan Kelimpahan Individu Parasitoid <i>C. connexa</i>	22

TABEL LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Analisis Uji T terhadap Populasi Rumpun <i>C. odorata</i> pada Setiap Transek di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo	29
2.	Hasil Analisis Uji T terhadap Populasi <i>C. connexa</i> pada Setiap Transek di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo	29
3.	Hasil Analisis Ragam Populasi Rumpun <i>C. odorata</i> pada Setiap Penggunaan Lahan di Lereng Gunung Arjuno dan Gunung Bromo	29
4.	Hasil Analisis Ragam Populasi <i>C. connexa</i> pada Setiap Penggunaan Lahan di Lereng Gunung Arjuno dan Gunung Bromo	30
5.	Hasil Analisis Ragam Populasi Rumpun <i>C. odorata</i> pada Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo	30
6.	Hasil Analisis Ragam Populasi <i>C. connexa</i> pada Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo	30

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada lahan pertanian, kehadiran gulma dapat berdampak buruk bagi tanaman budidaya yang salah satunya dapat menurunkan hasil produksi. Gulma yang tumbuh bersama dengan tanaman budidaya mengakibatkan menurunnya hasil produksi. Penurunan hasil produksi sangat bervariasi, tergantung berbagai faktor antara lain: kemampuan tanaman berkompetisi, jenis-jenis gulma, umur tanaman dan umur gulma serta durasi mereka berkompetisi (Utami dan Rahadian, 2010). Salah satu jenis gulma yang dapat menurunkan hasil produksi adalah *Chromolaena odorata*.

C. odorata merupakan gulma invasif yang berasal dari Amerika Selatan dan Tengah, kemudian menyebar ke daerah tropis Asia, Afrika dan Pasifik. Tumbuhan ini kemudian diintroduksi ke kebun raya di Dakka (India), Jawa (Indonesia) dan Paredeniya (Srilangka) pada abad ke-19 (Binggeli, 1997; Toisuta, 2007). Di Indonesia gulma ini merupakan gulma penting di padang penggembalaan, perkebunan kelapa sawit, karet, kakao, tebu, kapas dan sengan (Toisuta, 2007). Gulma ini berupa semak berkayu yang dapat berkembang dengan cepat dan membentuk kelompok. Selain itu gulma ini dapat mencegah perkembangan tumbuhan lainnya yang bisa merugikan. *C. odorata* merupakan gulma pesaing agresif dan memiliki senyawa alelopati sehingga dapat menyebabkan keracunan bahkan kematian pada ternak (Prawiradiputra, 2007). Berbagai senyawa yang bersifat alelopati berupa minyak atsiri; Flavonoid, Alkaloid, Fenolik, Saponin, Tanin. Senyawa tersebut terkandung dalam berbagai jenis tumbuhan termasuk *C. odorata* (Sunarwidi, 1986; Frastika *et al*, 2017).

Pengendalian gulma bisa dilakukan dengan beberapa cara yaitu pengendalian secara kimiawi, fisik dan biologi. Pengendalian gulma secara kimiawi dengan menggunakan herbisida. Herbisida merupakan cara yang paling banyak dilakukan oleh petani, karena cara ini dianggap lebih praktis dan hemat, terutama jika ditinjau dari segi kebutuhan tenaga kerja yang lebih sedikit dan waktu pelaksanaan yang relatif lebih singkat (Sabur, 2003). Pengendalian secara kimiawi bila dilakukan secara terus menerus akan menimbulkan kerusakan ekosistem.

Di Indonesia, penggunaan agens pengendali biologi dalam pengendalian *C. odorata* dilakukan dengan mengintroduksi *Pareuchaetes pseudoinsulata* Rego Barros (Lepidoptera: Arctiidae) dari Guam, Amerika Selatan dan pertama kali di lepaskan pada tahun 1992. Namun, *P. pseudoinsulata* hanya berhasil menekan populasi gulma tersebut di Sumatera Utara, sedangkan di Jawa dilaporkan tidak berhasil. Selanjutnya pada tahun 1993 kembali diintroduksi spesies *Cecidochares connexa* Macquart (Diptera:Tephritidae) dari Columbia oleh Balai Penelitian Kelapa Sawit (BPKS) Marihat, Sumatera Utara. Pada tahun 1995 setelah memperoleh izin pelepasan yang dikeluarkan oleh Menteri Pertanian (Sipayung & Chenon, 1995; Toisuta, 2007).

Lalat *C. connexa* merupakan lalat pembentuk puru batang (*stem galls*) pada *C. odorata* (McFadyen *et al.*, 2003; Indarwatmi, 2006) dan merupakan serangga yang efisien sebagai agens biokontrol *C. odorata* (Tjitrosemito, 1998). *C. connexa* meletakkan telur pada permukaan pucuk terminal maupun lateral yang daunnya belum membuka. Telur menetas menjadi larva, kemudian larva masuk ke dalam jaringan batang. Puru mulai terlihat secara visual dua minggu setelah oviposisi (Indarwatmi, 2006). Adanya larva dalam puru batang dapat menghambat pertumbuhan batang, produksi biji dan mengurangi karbohidrat dalam penyimpanan untuk cadangan makanan (Eramus *et al.* 1992; Indarwatmi, 2006). Di daerah asalnya, *C. odorata* tidak menjadi masalah karena musuh alaminya lebih dari 200 spesies serangga (Waterhouse, 1994) yang salah satunya adalah *C. connexa*. Keberhasilan lalat puru *C. connexa* sebagai agens biokontrol dapat dipengaruhi oleh musuh alami serangga tersebut.

Di Indonesia, upaya untuk mengatasi gulma *C. odorata* dengan cara pengendalian biologi menggunakan lalat puru *C. connexa* cenderung kurang berhasil (Toisuta, 2007). Hal ini disebabkan adanya musuh alami dari lalat *C. connexa* yaitu predator dan parasitoid yang menyerang lalat *C. connexa*. Musuh alami tersebut mempengaruhi populasi serangga lalat *C. connexa* dan berdampak terhadap berkembangnya populasi gulma *C. odorata* yang merupakan inang dari lalat tersebut. Dalam penelitian Jaya (2006), keberadaan lalat *C. connexa* telah mapan dan menyebar secara alami khususnya di Jawa Barat. Oleh karena itu, tujuan

penelitian ini untuk memonitoring distribusi dan populasi *C. connexa* khususnya Jawa Timur di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo.

1.2 Tujuan Penelitian

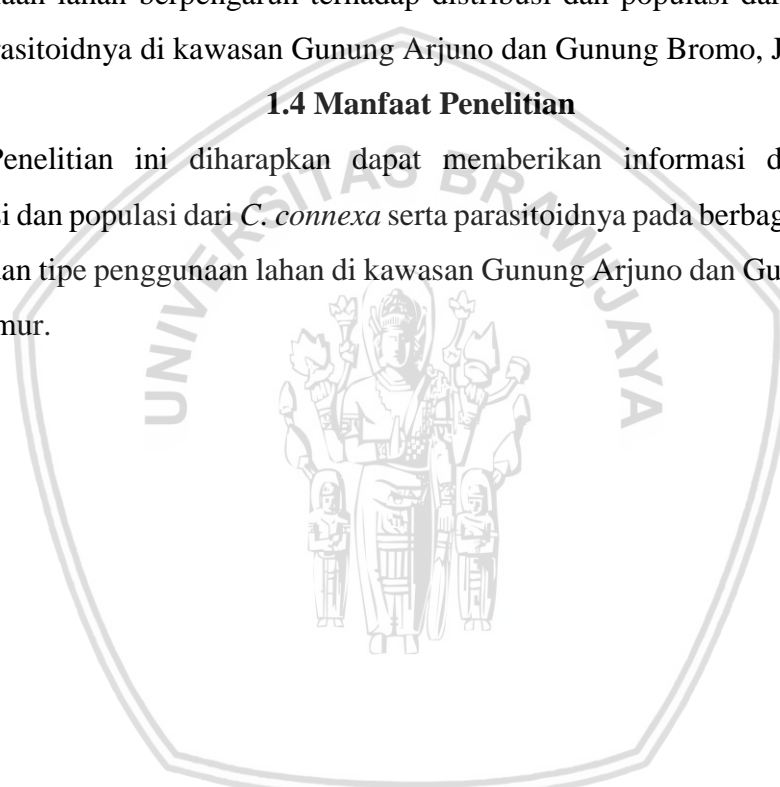
Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui distribusi dan populasi dari *C. connexa* serta parasitoidnya pada berbagai ketinggian tempat dan tipe penggunaan lahan di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo, Jawa Timur.

1.3 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu ketinggian tempat dan tipe penggunaan lahan berpengaruh terhadap distribusi dan populasi dari *C. connexa* serta parasitoidnya di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo, Jawa Timur.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar tentang distribusi dan populasi dari *C. connexa* serta parasitoidnya pada berbagai ketinggian tempat dan tipe penggunaan lahan di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo, Jawa Timur.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gulma Invasif *C. odorata*

2.1.1 Morfologi

C. odorata termasuk famili Asteraceae. Daunnya berbentuk oval, bagian bawah lebih lebar, makin ke ujung makin runcing. Panjang daun 6-10 cm dan lebarnya 3-6 cm. Tepi daun bergerigi, menghadap ke pangkal. Letak daun juga berhadapan-hadapan (Gambar 1a). Bunga terletak di ujung cabang (terminal) dan setiap bunga terdiri atas 20-35 bunga. Warna bunga selagi muda kebiru-biruan, semakin tua menjadi coklat (Gambar 1b) (Prawiradiputra, 2007).



Gambar 1. Morfologi: (a) Bentuk Daun *C. odorata*, (b) Bunga *C. odorata* (Prawiradiputra, 2007)

C. odorata berbunga pada musim kemarau, perbungaannya serentak selama 3 – 4 minggu (Prawiradiputra, 1985; Prawiradiputra, 2007). Pada saat biji masak, tumbuhan mengering kemudian biji pecah dan terbang terbawa angin. Kira-kira satu bulan setelah awal musim hujan, potongan batang, cabang dan pangkal batang bertunas kembali. Biji-biji yang jatuh ke tanah juga mulai berkecambah sehingga dalam waktu dua bulan berikutnya kecambah dan tunas-tunas telah terlihat mendominasi area (Prawiradiputra, 2007).

Tumbuhan ini sangat cepat tumbuh dan berkembang biak. Karena cepatnya perkembangbiakan dan pertumbuhannya, gulma ini cepat juga membentuk komunitas yang rapat sehingga dapat menghalangi tumbuhnya tumbuhan lain melalui persaingan. *C. odorata* dapat tumbuh pada ketinggian 1000-2800 m dpl, tetapi di Indonesia banyak ditemukan di dataran rendah (0-500 m dpl) seperti di perkebunan-perkebunan karet dan kelapa serta di padang-padang penggembalaan (FAO, 2005).

Batang muda berwarna hijau dan agak lunak yang kelak akan berubah menjadi coklat dan keras (berkayu) apabila sudah tua. Letak cabang biasanya berhadap-hadapan (oposit) dan jumlahnya sangat banyak (Gambar 2). Percabangannya yang rapat menyebabkan berkurangnya cahaya matahari ke bagian bawah, sehingga menghambat pertumbuhan spesies lain, termasuk rumput yang tumbuh di bawahnya. Dengan demikian gulma ini dapat tumbuh sangat cepat dan mampu mendominasi area dengan cepat pula. Kemampuannya mendominasi area dengan cepat ini juga disebabkan oleh produksi bijinya yang sangat banyak (Prawiradiputra, 2007).



Gambar 2. *C. odorata* dewasa membentuk semak (Prawiradiputra, 2007)

2.1.2 Penyebaran

C. odorata dalam bahasa Inggris disebut *siam weed* merupakan gulma padang rumput yang sangat luas penyebarannya di Indonesia. Gulma ini diperkirakan sudah tersebar di Indonesia sejak tahun 1910-an (Sipayung *et al.*, 1991), dan tidak hanya terdapat di lahan kering atau pegunungan tetapi juga banyak terdapat di lahan rawa dan lahan basah lainnya (Thamrin *et al.*, 2007).

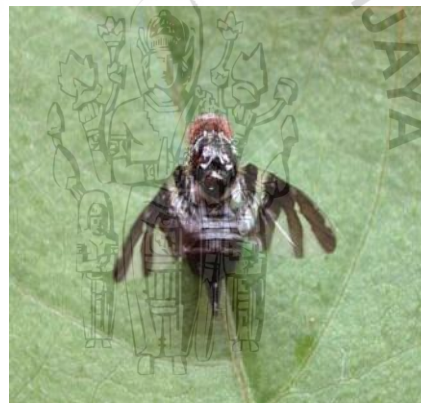
C. odorata adalah gulma yang awalnya diketahui berasal dari Amerika Selatan dan Tengah, kemudian menyebar ke daerah tropis Asia, Afrika dan Pasifik, dimana ia digolongkan sebagai gulma invasif. Gulma ini dicirikan sebagai semak berkayu yang dapat berkembang dengan cepat, juga dikenal sebagai gulma siam, berdiri membentuk padat yang dapat mencegah pembentukan jenis tumbuhan lainnya. Gulma ini merupakan pesaing agresif dan mungkin memiliki efek allelopati. Gulma ini juga sangat merugikan karena dapat mengurangi kapasitas tampung padang penggembalaan, menyebabkan keracunan, bahkan mungkin sekali

mengakibatkan kematian bagi ternak serta dapat menimbulkan bahaya kebakaran (Prawiradiputra, 2007).

2.2 Lalat Puru *C. connexa*

2.2.1 Biologi

Imago *C. connexa* berwarna hitam, mempunyai sayap transparan dengan gambaran pita hitam berpola menarik (*banded wings*) berselang-seling dengan bagian yang transparan dan matanya berwarna merah. Pada bagian toraks dan abdomen juga terdapat pola pita yang berselang-seling antara hitam dan putih (Gambar 3). Imago betina dapat dibedakan dengan imago jantan dari ovipositornya yang menarik, disamping ukuran tubuhnya yang lebih besar. Imago betina meletakkan telurnya dengan cara menyisipkan ovipositor ke dalam jaringan pucuk, telur diletakkan di dalam pucuk daun yang belum membuka, secara berkelompok di antara daun-daun (Tjitrosemito, 1999).



Gambar 3. Imago *C. connexa* (Indarwatmi, 2006)

Telur yang diletakkan dalam satu pucuk bervariasi jumlahnya, tetapi umumnya yang ditemukan di lapang berkisar antara 1-12 butir telur setiap pucuk. Sipayung dan Chenon (1995) melaporkan bahwa dalam satu pucuk dijumpai 2-16 butir telur. Telur lalat ini berwarna putih krem, berbentuk lonjong dengan ujung agak meruncing, berukuran 0.7 mm dan diameter 0.2 mm, masa inkubasi telur ± 7 hari. Larva yang baru menetas berukuran 0.7 x 0.2 mm, larva dewasa berukuran 4.2 x 2.1 mm, larva diduga mengalami 3 – 4 instar, periode perkembangan larva ± 35 hari. Pupa lalat ini berukuran 4.2 x 2.1 mm, berwarna putih kekuningan pada waktu masih muda dan menjadi coklat kehitaman dengan kedua ujungnya hitam, periode

perkembangan pupa \pm 19 hari. Siklus hidup lalat *C. connexa* \pm 61 hari (Tjitrosemito 1999).

2.2.2 Pelepasan *C. connexa* di Indonesia

C. connexa Macquart (Diptera: Tephritidae) atau dikenal sebagai lalat Argentina dari Colombia melalui Marihat, Sumatera Utara (De Chenon *et al.*, 2002; Lai *et al.*, 2006), dan baru dilepas tahun 1995 di Jawa Barat (Tjitrosemito, 1996; Harjaka dan Mangoendihardjo, 2010). Selain itu, pada tahun 1996 pelepasan lalat *C. connexa* juga dilakukan di Saradan, Madiun, Jawa Timur (Widayanti *et al.*, 2001). Musuh alami tersebut mengendalikan gulma siam bekerja spesifik pembuat puru (*gall*), dengan masa pembentukan puru sampai maksimal dapat mencapai 50 hari (Harjaka dan Mangoendihardjo, 2010).

2.2.3 Lalat Puru *C. connexa* sebagai Agens Hayati *C. odorata*

Lalat puru *C. connexa* diketahui dengan sinonim *Urophora connexa* Macquart tahun 1848, *Trypeta nigerrima* Loew tahun 1862 dan *Oedaspis leucotricha* Schiner 1868. Spesies lalat ini disimpan dalam koleksi di U.S.National Museum (USNM), Washington DC. Dr. G. Steyskal dari USNM berdasarkan spesimen dari Bolivia dan Trinidad memberi nama *Procecidochares connexa*. Dr. Allen Norrbom, seorang ahli spesialis *Tephritidae* di USNM mengkonfirmasi identifikasi tersebut. Dr. Allen Norrbom tidak menerima nama *P. Connexa* seperti yang telah digunakan pada literatur sebelumnya dan memberi nama *C. connexa* pada tahun 1992 (Munniappan & Bamba, 2002).

Berbagai teknik pengendalian telah dilakukan seperti secara fisik (manual dan mekanis) dan kimiawi, keduanya memerlukan biaya mahal (Sipayung & Chenon 1995). Di Indonesia, pengendalian biologi gulma *C. odorata* dengan mengintroduksi *P. pseudoinsulata* yang dilepaskan pada tahun 1992. Pada tahun 1993, diintroduksi spesies *C. connexa* dari Colombia dan pelepasan dilakukan pada tahun 1995. Agen pengendali biologi lainnya adalah *Actinote anteas* Doubleday & Hewitson (Lepidoptera: Nymphalidae) diimpor dari Costa Rica, namun evaluasinya belum dilakukan (Chenon *et al.*, 2002).

Lalat *C. connexa* dapat mengakibatkan menurunnya jumlah cabang dan daun kirinyuh sehingga pertumbuhan kirinyuh menjadi terhambat. Serangga ini juga mengakibatkan penurunan produksi bunga dan biji sehingga menurunkan jumlah kirinyuh di alam (Orapa & Bofeng 2004).

2.3 Interaksi Musuh Alami dari Gulma Invasif dengan Serangga Lokal

Hubungan serangga herbivora dengan tumbuhan sangat khas. Interaksi ini merupakan hasil koevolusi di antara kedua spesies sehingga terbentuk interaksi yang sangat kuat diantara keduanya. Interaksi tanaman dengan serangga, bagi tanaman mempunyai dua efek yaitu menguntungkan dan merugikan. Efek interaksi yang menguntungkan bagi tanaman adalah serangga mampu membantu penyerbukan dan penyebaran biji. Sedangkan efek yang merugikan adalah serangga menjadi hama dan vektor penyakit bagi tanaman (Muhamat *et al*, 2015).

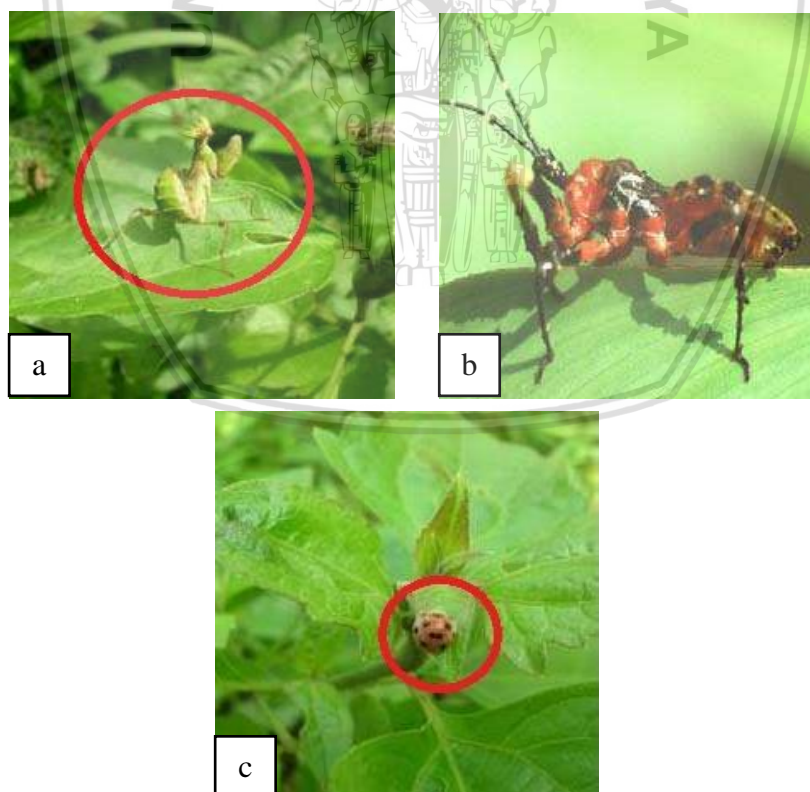
Serangga yang datang pada tanaman sering disebut serangga pengunjung. Serangga pengunjung yang menguntungkan adalah sebagai polinator. Namun, serangga pengunjung juga berpotensi membuat kerugian bagi tanaman yaitu sebagai hama yang akan memakan bagian tubuh tanaman dan atau juga sebagai vektor penyakit (Muhamat *et al*, 2015).

Sebagian besar serangga berasosiasi dengan tumbuhan, karena tumbuhan merupakan sumber bahan makanan atau tempat untuk berlindung atau habitat. Serangga umumnya datang mengunjungi bunga karena tertarik oleh bau atau warna untuk mendapatkan makanan. Bunga adalah bagian tumbuhan yang paling menarik bagi serangga karena bau atau warnanya dan mendapatkan makanannya, namun seringkali mempunyai bentuk khas sehingga serangga yang mampu memanfaatkannya hanya jenis tertentu saja (Asikin, 2014).

Keberadaan serangga herbivor eksotik berupa lalat puru *C. connexa* juga akan berasosiasi dengan serangga lokal atau bahkan dengan organisme lain di habitat baru. Asosiasi serangga lokal terhadap lalat puru *C. connexa* yang terjadi diantaranya adalah musuh alami. Selain musuh alami berupa parasitoid (Ordo Hymenoptera), ada juga predator yang berasosiasi dengan *C. connexa* dari Ordo Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera dan Mantodea. Musuh alami ini cenderung mempengaruhi populasi serangga herbivor lalat puru *C. connexa* dan pada akhirnya

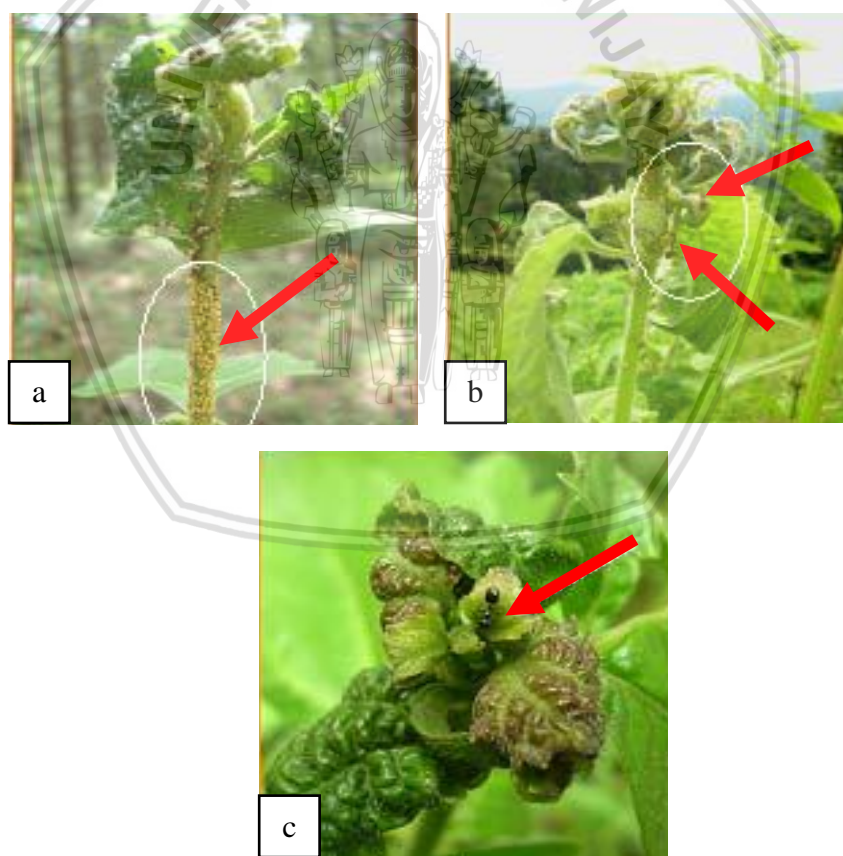
akan berdampak terhadap populasi tumbuhan eksotik invasif *C. odorata* yang merupakan inang dari lalat *C. connexa* tersebut (Toisuta, 2007).

Musuh alami (Predator) yang berasosiasi dengan lalat puru *C. connexa* adalah belalang sembah (Mantodea: Mantidae) (Gambar 4a). Predator belalang sembah memangsa pupa *C. connexa* dalam puru yang berjendela. Selain predator belalang sembah ada juga predator *Sycanus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) memangsa larva instar akhir atau pupa yang berada di dalam puru (Gambar 4b). Perilaku memangsanya dengan cara menusukkan stilet ke dalam puru yang berjendela kemudian menghisap cairan larva dan pupa sehingga meninggalkan eksuvianya saja. Predator kumbang kubah (Coleoptera: Coccinellidae) pada pucuk-pucuk *C. odorata* (Gambar 4c). Sebagian besar famili kumbang kubah bersifat predator yang memangsa hama pada fase telur sampai dewasa dan lainnya bertindak sebagai hama tanaman (Lilies, 2001; Toisuta, 2007). Karena sifatnya sebagai predator, kumbang ini diduga selain memangsa kutu daun juga memangsa telur dan larva *C. connexa* instar awal yang baru menetas (Toisuta, 2007).



Gambar 4. Predator yang Berasosiasi dengan Lalat Puru *C. connexa*: (a) Belalang Sembah, (b) *Sycanus* sp., (c) Kumbang Kubah (Toisuta, 2007).

Serangga lain yang berasosiasi dengan *C. odorata* yaitu kutu aphid (Hemiptera: Aphididae). Kutu aphid membentuk koloni pada bagian batang dan pucuk *C. odorata* yang masih muda (Gambar 5a). Menurut (Klingauf, 1987; Jaya, 2006) bahwa bagian pucuk tanaman yang aktif tumbuh dan berkembang biasanya dipilih oleh kutu aphid karena aktifitas pertumbuhan dan proses metabolismenya tinggi. Kutu aphid menghisap jaringan floem pada lamina daun sehingga jaringan lamina daun mati yang menyebabkan daun berkeriting. Keberadaan kutu aphid pada pucuk muda *C. odorata* menyebabkan kehadiran koloni semut (Hymenoptera: Formicidae). Asosiasi semut dengan kutu aphid karena adanya eksresi embun madu (*honey*) kutu aphid yang dimanfaatkan oleh koloni semut (Jaya, 2006). Dalam penelitian Jaya (2006) ditemukan dua spesies semut yang berasosiasi dengan kutu aphid yaitu *Anoplolepis gracilipes* (Gambar 5b) dan *Crematogaster* sp.01 (Gambar 5c).



Gambar 5. Serangga Lain yang Berasosiasi dengan *C. odorata*: (a) Kutu Aphid, (b) *A. gracilipes*, (c) *Crematogaster* sp (Jaya, 2006)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari sampai dengan April 2018 di sekitar kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo. *C. connexa* dan parasitoid yang muncul dari puru *C. connexa* diidentifikasi di Laboratorium Hama Tumbuhan, Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu gelas plastik (tinggi 5 cm, diameter 6 cm), *cutter*, *tissue*, kertas label, kamera digital, alat tulis, mikroskop, tube dan *Global Positioning System* (GPS). Bahan yang digunakan yaitu alkohol 70% dan puru *C. connexa*.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Penentuan Lokasi

Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan survei lapang terlebih dahulu di sekitar kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*, yaitu lokasi yang dijumpai *C. odorata*, dengan berbagai ketinggian tempat (400 mdpl hingga 1000 mdpl) dan tipe penggunaan lahan.

Pada kawasan Gunung Arjuno terdapat 9 transek yang terdiri dari 3 jalur lokasi pengambilan sampel penelitian. Pada jalur 1 lokasi pengambilan sampel penelitian dari arah selatan Gunung Arjuno yaitu Kecamatan Lowokwaru menuju ke Desa Bumiaji, kemudian dari arah selatan Gunung Arjuno yaitu Kecamatan Dinoyo menuju ke Desa Pujon dan dari arah selatan Gunung Arjuno yaitu Kecamatan Lowokwaru menuju ke Desa Bumiaji. Pada jalur 2 lokasi pengambilan sampel penelitian dari arah timur Gunung Arjuno yaitu Desa Pangetan menuju ke Dusun Tumpangrejo, kemudian dari arah timur Gunung Arjuno yaitu Desa Toyomarto menuju ke Wonosari dan dari arah timur Gunung Arjuno yaitu Lawang menuju ke Wonosari. Pada jalur 3 lokasi pengambilan sampel penelitian dari arah timur Gunung Arjuno yaitu Desa Pandean menuju arah utara Gunung Arjuno ke Desa Jatiarjo, kemudian dari arah timur Gunung Arjuno yaitu Sukorejo menuju ke

Desa Jatiarjo dan dari arah timur Gunung Arjuno yaitu Sukorejo menuju arah timur Gunung Arjuno ke Desa Prigen (Gambar 6).



Gambar 6. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian di Kawasan Gunung Arjuno

Pada kawasan Gunung Bromo terdapat 9 transek yang terdiri dari 3 jalur lokasi pengambilan sampel penelitian. Pada jalur 1 lokasi pengambilan sampel penelitian dari arah barat Gunung Bromo yaitu Kecamatan Tumpang menuju ke Kecamatan Poncokusumo, kemudian dari arah barat Gunung Bromo yaitu Kecamatan Klojen menuju ke Kecamatan Poncokusumo dan dari arah barat Gunung Bromo yaitu Kecamatan Pakis menuju ke Kecamatan Poncokusumo. Pada jalur 2 lokasi pengambilan sampel penelitian dari arah barat Gunung Bromo yaitu Lawang menuju ke Desa Begawan, kemudian dari arah barat Gunung Bromo yaitu Desa Capang, Purwodadi menuju ke Kecamatan Tutar dan dari arah barat Gunung Bromo yaitu Kecamatan Martopuro menuju ke Kecamatan Tutar. Pada jalur 3 lokasi pengambilan sampel penelitian dari arah utara Gunung Bromo yaitu Kecamatan Kejayan menuju ke Kecamatan Tosari, kemudian dari arah utara Gunung Bromo yaitu Kecamatan Pohjentrek menuju ke Kecamatan Lumbang dan dari arah utara Gunung Bromo yaitu Kecamatan Gondangwetan menuju ke Kecamatan Tosari (Gambar 7).



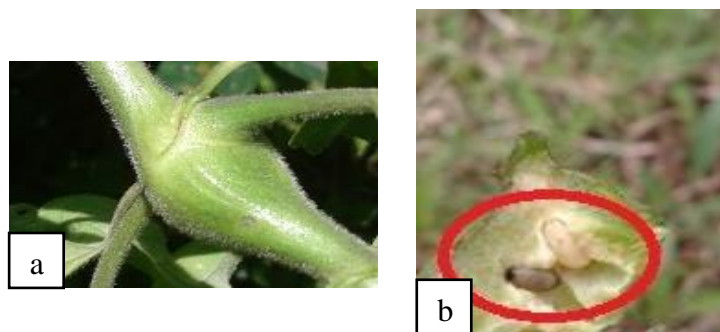
Gambar 7. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian di Kawasan Gunung Bromo

3.3.2 Pengambilan Puru *C. connexa* dan Parasitoidnya pada *C. odorata* dari Lokasi Penelitian

Dari sembilan transek yang sudah dipilih di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo ditemukan keberadaan *C. odorata*. Langkah awal pada saat pengambilan puru yaitu di setiap transek dan titik yang terdapat populasi *C. odorata* ditandai dengan GPS, kemudian populasi *C. odorata* dihitung per rumpun. Selanjutnya batang atau tangkai *C. odorata* yang terdapat puru diambil per rumpun kemudian dipotong menggunakan *cutter* dan dibersihkan menggunakan *tissue*. Setelah itu puru dimasukkan ke dalam wadah, dimana pada setiap wadah terdapat satu puru dan diberi label yang berisi nomor dan lokasi pengambilan sampel puru.

3.3.3 Koleksi Puru *C. connexa* dan parasitoidnya dari Lokasi Penelitian

Setelah dilakukan pengambilan sampel dari lokasi penelitian kemudian puru *C. connexa* langsung dikoleksi. Di dalam puru *C. connexa* telah berisi pupa lalat *C. connexa* (Gambar 8). Pengamatan terhadap kemunculan imago lalat *C. connexa* dan imago parasitoid dilakukan ± 1 bulan setelah pengambilan sampel. Kemudian kemunculan imago tersebut dimasukkan ke dalam tube 1,5 ml dan diberi alkohol 70% untuk diawetkan.



Gambar 8. Pengambilan sampel puru *C. connexa*: (a) Puru *C. connexa*, (b) Puru yang didalamnya terdapat Pupa *C. connexa*

3.4 Analisis Data

Data dari hasil penelitian ditabulasikan dalam *pivot table* pada perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk menjadi *database*. Data yang dikumpulkan berupa jumlah *C. odorata* dan jumlah puru *C. connexa*. Kemudian didapatkan total dari data tersebut dan dilakukan pengujian dengan uji T. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari kedua lokasi penelitian.

Dari jumlah puru *C. connexa* diperoleh data imago lalat *C. connexa* dan imago parasitoid. Jumlah puru *C. connexa* dan imago lalat *C. connexa* dihitung persentasenya, tujuannya untuk mengetahui persentase yang berhasil menjadi imago *C. connexa*. Imago *C. connexa* yang muncul dihitung jumlah jantan dan betinanya. Data tambahan dari lapangan berupa koordinat, ketinggian tempat, transek dan penggunaan lahan. Untuk data penggunaan lahan, ketinggian tempat dihitung dengan menggunakan ANOVA. Keseluruhan proses pengolahan data tersebut menggunakan R-Statistic (*R Development Core Team 2018*).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Distribusi dan Populasi dari *C. odorata* dan *C. connexa*

Jumlah keseluruhan rumpun *C. odorata* dan puru *C. connexa* di kawasan Gunung Arjuno dan kawasan Gunung Bromo adalah 633 rumpun *C. odorata* dan 2068 puru *C. connexa*. Jumlah rumpun *C. odorata* dan puru *C. connexa* di kawasan Gunung Arjuno yaitu 337 rumpun *C. odorata* dan 1183 puru *C. connexa* (Tabel 1). Jumlah ini lebih tinggi dibandingkan di kawasan Gunung Bromo. Jumlah populasi *C. odorata* diikuti jumlah populasi musuh alaminya yaitu *C. connexa*.

Tabel 1. Populasi Rumpun *C. odorata* dan *C. connexa* pada Setiap Transek di Kawasan Gunung Arjuno dan Bromo

Kawasan	Transek	Rumpun <i>C. odorata</i>	Puru <i>C. connexa</i>
Gunung Arjuno	1	70	349
	2	53	76
	3	14	127
	4	13	8
	5	23	78
	6	31	49
	7	22	250
	8	38	151
	9	73	95
Sub total		337	1183
Rerata		37,4	131,4
Gunung Bromo	1	25	64
	2	61	227
	3	12	20
	4	14	27
	5	55	45
	6	55	226
	7	14	54
	8	36	160
	9	24	62
Sub Total		296	885
Rerata		32,8	98,3
Total		633	2068

Hasil uji t menunjukkan tidak ada perbedaan antara jumlah rumpun *C. odorata* ($t=0,453$; $P=0,656$) (Tabel lampiran 1) dan puru *C. connexa* ($t=0,703$; $P=0,491$) (Tabel Lampiran 2) di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo. Hal ini diduga bahwa *C. odorata* dapat tumbuh di setiap kondisi tipe penggunaan lahan dan variasi ketinggian tempat. Tipe penggunaan lahan yang banyak ditemukan oleh

C. odorata di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo yaitu, lahan kosong, *agroforestry*, tegalan, kebun, pinggir jalan dan sawah (Tabel 2). Dari kedua kawasan gunung tersebut jumlah rumpun *C. odorata* dan puru *C. connexa* lebih banyak ditemukan pada lahan kosong. Lahan kosong merupakan lahan terbuka yang tidak dimanfaatkan dan tidak ada campur tangan manusia. Dalam penelitian Jaya (2006) bahwa *C. odorata* cenderung menempati lahan yang terbuka (lahan kosong) yang kondisi tanahnya kering. Pada kawasan Gunung Arjuno *C. odorata* dan puru *C. connexa* dapat ditemukan pada ketinggian 400 - >1000 mdpl dan kawasan Gunung Bromo pada ketinggian 500 - 1000 mdpl (Gambar 9a dan 9b). Dari kedua kawasan gunung tersebut jumlah rumpun *C. odorata* dan puru *C. connexa* lebih banyak ditemukan di ketinggian 500 - 700 mdpl. Menurut FAO (2006) *C. odorata* dapat tumbuh pada ketinggian 1000 - 2800 m dpl, akan tetapi di Indonesia *C. odorata* dapat tumbuh pada ketinggian 0 - 500 mdpl.

Dari hasil analisis dapat diperoleh bahwa jumlah rumpun *C. odorata* dan puru *C. connexa* di kawasan Gunung Arjuno tidak berkorelasi ($r=0,384$; $p=0,306$). Hal ini dikarenakan bahwa jumlah rumpun tidak berhubungan dengan puru *C. connexa*. Pada kawasan Gunung Arjuno parasitoid dari *C. connexa* ditemukan sebanyak 14 individu (Tabel 4), sehingga ada faktor pembatas yaitu musuh alami dari *C. connexa*. Keberhasilan parasitoid melakukan oviposisi merupakan salah satu faktor penting yang menyebabkan terjadinya parasitisasi (Heidari & Jahan 2000). Selain itu faktor ketinggian tempat juga mempengaruhi populasi *C. connexa*. Menurut Speight *et al* (1999), bahwa ketinggian tempat yang rendah mempunyai keanekaragaman yang tinggi sedangkan semakin tinggi ketinggian tempat maka keanekaragaman akan berkurang. Kelimpahan populasi puru *C. connexa* tidak mampu mengimbangi populasi inangnya yang tumbuh dengan populasi yang sangat berlimpah (Jaya, 2006).

Namun, hasil analisis jumlah rumpun *C. odorata* dan puru *C. connexa* di kawasan Gunung Bromo berkorelasi ($r=0,758$; $p=0,017$). Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah rumpun maka semakin banyak puru *C. connexa*. Di kawasan Gunung Bromo *C. connexa* mampu beradaptasi di setiap kondisi tipe penggunaan lahan dan ketinggian tempat. Menurut Chapman (1995), bahwa interaksi serangga dengan tumbuhan inangnya dalam proses pemilihan inang

melewati lima tahap yaitu penemuan habitat inang, penemuan inang, pengenalan inang, penerimaan inang dan kesesuaian inang. Selain itu, kualitas pakan dapat mempengaruhi kelangsungan hidup serangga yang mengonsumsinya. Bila pakan sesuai, serangga akan mengkonsumsi makanan tersebut. Sebaliknya, bila pakan tidak sesuai pada saat tidak ada pilihan, serangga terpaksa makan sedikit atau tidak makan sama sekali. Selain faktor fisik, nilai nutrisi makanan dan kandungan zat racun pada makanan akan menentukan kesesuaian pakan tersebut untuk menunjang berbagai proses fisiologi yang berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan serangga secara optimal.

Pengamatan yang dilakukan terhadap *C. odorata* di semua lokasi penelitian bahwa *C. odorata* dapat tumbuh di berbagai tipe penggunaan lahan, seperti lahan kosong, *agroforestry*, tegalan, kebun, perumahan, sawah dan pinggir jalan. *C. odorata* lebih banyak ditemukan di lahan kosong dibandingkan dengan 6 tipe penggunaan lahan lainnya (Tabel 2).

Tabel 2. Populasi Rumpun *C. odorata* dan *C. connexa* pada Setiap Tipe Penggunaan Lahan di Kawasan Gunung Arjuno dan Bromo

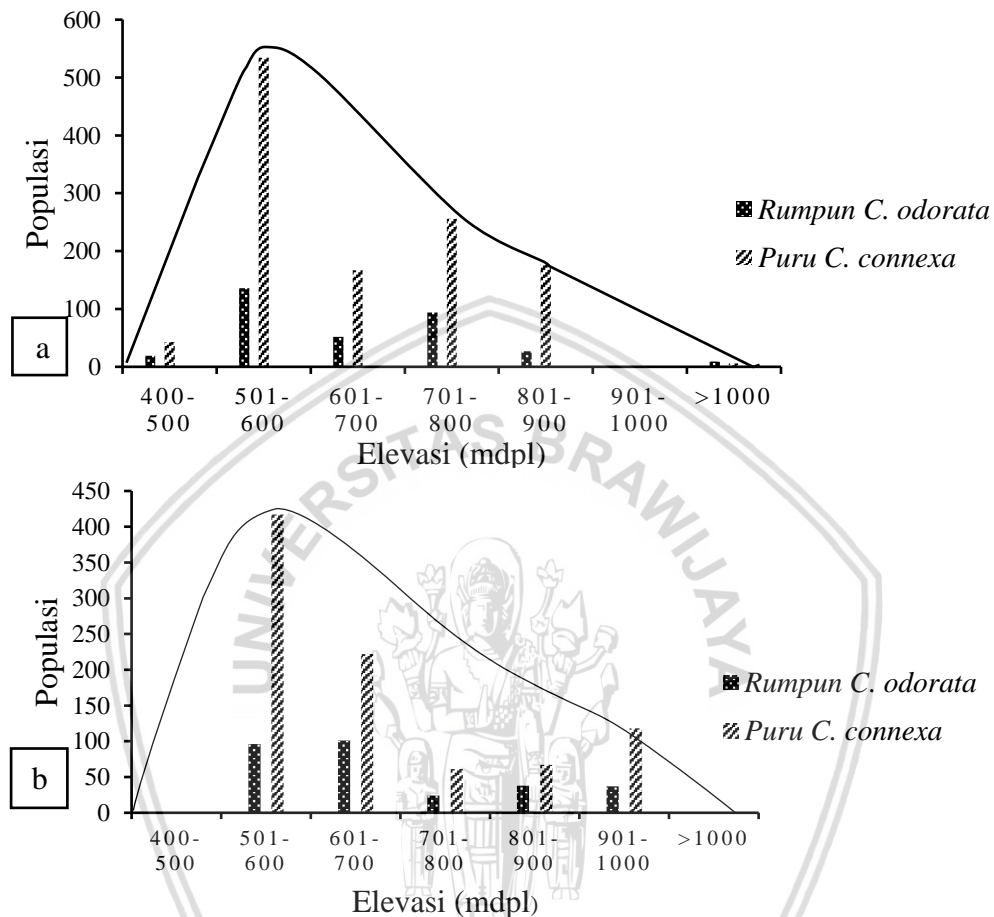
Kawasan	Penggunaan Lahan	Jumlah yang ditemukan	Rumpun <i>C. odorata</i>	Puru <i>C. connexa</i>
Gunung Arjuno	Lahan kosong	9	153	790
	<i>Agroforestry</i>	4	25	167
	Tegalan	11	95	157
	Kebun	0	0	0
	Perumahan	1	13	42
	Pinggir jalan	3	29	23
	Sawah	5	22	4
	Sub total	33	337	1183
Rerata			48,1	169
Gunung Bromo	Lahan kosong	12	132	334
	<i>Agroforestry</i>	9	89	290
	Tegalan	9	49	222
	Kebun	2	16	28
	Perumahan	0	0	0
	Pinggir jalan	3	5	2
	Sawah	2	5	9
	Sub Total	37	296	885
Rerata			42,2	126,4
Total		70	633	2068

Pada pengujian ANOVA tipe penggunaan lahan tidak berpengaruh terhadap jumlah rumpun *C. odorata* ($F_{6,65}=1,603$; $P=0,161$) (Tabel Lampiran 3) akan tetapi berpengaruh terhadap populasi puru *C. connexa* ($F_{6,65}=2,92$; $P=0,0137$) (Tabel Lampiran 4) di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo. Semakin beragam tipe penggunaan lahan maka semakin banyak populasi *C. connexa*. Menurut Dinnage *et al.*, (2012) keragaman spesies tanaman dapat memberikan pengaruh positif terhadap kekayaan dan kelimpahan spesies serangga herbivora, keragaman tanaman tersebut dapat memberikan manfaat untuk menyediakan makanan dan membentuk jaring-jaring makanan. Dalam pernyataan Jaya (2006) bahwa keberadaan *C. odorata* diikuti juga dengan keberadaan musuh alaminya yaitu lalat puru *C. connexa*. Lalat puru mampu menyebar secara alami dan beradaptasi pada setiap habitat tetapi memiliki kelimpahan berbeda yang dipengaruhi oleh ketersediaan inangnya, kondisi habitat dan keberadaan musuh alami.

Di daerah tropis maupun subtropis *C. odorata* dapat tumbuh dengan baik dan di daerah asalnya gulma ini merupakan spesies *invasive* (Zachariades *et al.*, 2009). Daerah dengan tingkat kesuburan tanah yang rendah, angin yang cukup kuat berhembus dan tidak ada campur tangan manusia (lahan kosong), akan didapatkan populasi gulma siam yang tinggi. Angin berperan dalam membantu penyebaran biji-biji gulma siam ke daerah-daerah di sekitarnya dan tidak adanya usaha manusia untuk merawat dan mengolah lahan kosong, menyebabkan gulma siam dapat tumbuh tanpa ada gangguan (Suharjo & Aeny, 2011).

Di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo populasi optimal rumpun *C. odorata* dan puru *C. connexa* di ketinggian 501-600 mdpl (Gambar 9a dan 9b). Namun, seiring bertambahnya suatu ketinggian tempat populasi *C. odorata* cenderung menurun. Dari data tersebut bahwa populasi rumpun *C. odorata* lebih banyak ditemukan pada ketinggian di bawah 1000 mdpl. Dalam penelitian Jaya (2006), populasi *C. odorata* hanya dapat ditemukan sampai pada ketinggian 650 mdpl. *C. odorata* dapat tumbuh pada berbagai tipe habitat dengan kelimpahan populasi yang berbeda, namun kelimpahan populasinya cenderung menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian suatu lokasi. Menurut Toisuta (2007), gulma *C. odorata* yang merupakan gulma darat invasif, persebarannya sangat luas

meliputi daerah perkebunan hingga daerah urban dan juga daerah dataran rendah hingga dataran tinggi.



Gambar 9. Populasi Rumpun *C. odorata* dan Puru *C. connexa*: (a) Populasi Rumpun *C. odorata* dan Puru *C. connexa* pada Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Arjuno, (b) Populasi Rumpun *C. odorata* dan Puru *C. connexa* pada Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Bromo

Pada pengujian ANOVA tidak ada perbedaan ketinggian tempat terhadap rumpun *C. odorata* ($F_{6,66}=1,216$; $P=0,309$) (Tabel Lampiran 5) dan puru *C. connexa* ($F_{6,66}=1,35$; $P=0,248$) (Tabel Lampiran 6) di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo. Keberadaan *C. odorata* diikuti juga dengan keberadaan musuh alaminya yaitu *C. connexa*. Namun, semakin bertambah ketinggian suatu tempat semakin sedikit populasi *C. odorata* dan musuh alaminya. Menurut Perdana (2010), ketinggian yang rendah mempunyai keanekaragaman yang tinggi sedangkan semakin tinggi ketinggian maka keanekaragaman akan berkurang. Suhu

mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga, suhu tinggi mempercepat pertumbuhan dan perkembangan dan juga mempercepat kematian. Sedangkan suhu rendah membuat metabolisme serangga rendah sehingga mampu bertahan hidup dengan jumlah persediaan makanan yang sedikit. Kelembaban udara dan angin mempengaruhi mobilitas serangga.

4.2 Populasi *C. connexa* dan Parasitoidnya

Total dari rasio kelamin *C. connexa* di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo yaitu 1 : 1,11 (Tabel 3). Pada kawasan Gunung Arjuno rasio kelamin *C. connexa* lebih tinggi dibandingkan dengan Gunung Bromo. Menurut, Manueke *et al* (2015) rasio kelamin yang ideal untuk setiap mahluk adalah $1 \leq 1$ artinya semakin kecil rasio kelamin maka semakin banyak individu betina sehingga jumlah individu yang melahirkan atau menghasilkan keturunan besar. Populasi *C. connexa* betina lebih tinggi daripada *C. connexa* jantan. Populasi betina yang lebih tinggi dapat meningkatkan populasi *C. connexa*, dimana *C. connexa* betina akan meletakkan telurnya pada permukaan pucuk daun *C. odorata*. Safi'i (2006) juga menyatakan bahwa kondisi ini sebenarnya justru menguntungkan karena dengan banyaknya *C. connexa* betina diharapkan lebih banyak oviposisi pada pucuk *C. odorata*.

Tabel 3. Populasi dan Rasio *C. connexa* di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo

Kawasan	<i>C. connexa</i>		Rasio <i>C. connexa</i>
	Jantan	Betina	
Gunung Arjuno	191	227	1 : 1,19
Gunung Bromo	158	160	1: 1,01
Total	349	387	1 : 1,11

Pada Gunung Arjuno persentase tertinggi yang berhasil menjadi imago *C. connexa* yaitu 77,89% dan di Gunung Bromo yaitu 56,25%. Sedangkan persentase terendah di Gunung Arjuno dan Gunung Bromo yaitu 0% (Tabel 4). Berhasil atau tidaknya suatu imago *C. connexa* dari dalam puru dipengaruhi oleh parasitoid. Parasitoid yang ditemukan di Gunung Arjuno yaitu 14 individu dan di Gunung Bromo yaitu 8 individu (Tabel 4).

Tabel 4. Persentase Puru *C. connexa* dan Imago *C. connexa* di Kawasan Gunung Arjuno dan Bromo

Kawasan	Transek	Puru <i>C. connexa</i>	Imago <i>C. connexa</i>	Persentase yang berhasil menjadi imago <i>C. connexa</i>	Parasitoid
Gunung Arjuno	1	349	81	23,20	7
	2	76	44	57,89	0
	3	127	39	30,70	0
	4	8	0	0	0
	5	78	43	55,12	6
	6	49	11	22,44	0
	7	250	74	29,6	1
	8	151	52	34,43	0
	9	95	74	77,89	0
Sub total		1183	418	331,27	14
Gunung Bromo	1	64	36	56,25	0
	2	227	102	44,93	1
	3	20	5	25	0
	4	27	0	0	1
	5	45	8	17,77	0
	6	226	75	33,18	3
	7	54	22	40,74	1
	8	160	49	30,62	2
	9	62	21	33,87	0
Sub total		885	318	282,36	8
Total		2068	736	613,63	22

Berdasarkan hasil analisis korelasi diperoleh jumlah puru *C. connexa* dan jumlah imago *C. connexa* di kawasan Gunung Arjuno ($r = 0,793$; $p = 0,010$) dan kawasan Gunung Bromo ($r = 0,957$; $p < 0,001$). Dari hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jumlah puru *C. connexa* dan jumlah imago *C. connexa*. Semakin banyak jumlah puru *C. connexa* maka semakin banyak imago *C. connexa*. Namun, keberhasilan suatu imago *C. connexa* juga dipengaruhi oleh parasitoid. Dalam penelitian Indarwatmi (2006), larva instar 1 yang baru keluar dari telur mudah diinfeksi oleh parasitoid dan dimangsa oleh predator, karena masih berada pada permukaan pucuk dan daun-daun di pucuk mulai membuka. Parasitoid yang menyerang larva adalah dari famili Braconidae dan Ormyridae. Braconidae diduga menyerang larva *C. connexa* instar muda, sedangkan Ormyridae menyerang larva instar akhir dan pupa muda. Pada larva instar 4 dan pupa, puru sudah berjendela sehingga mudah ditembus oleh parasitoid dan predator.

Menurut Pebrianti *et al* (2016), bahwa keanekaragaman serangga lain juga mempengaruhi keanekaragaman parasitoid dan predator yang ada. Serangga lain merupakan inang bagi parasitoid dan mangsa bagi predator. Semakin tinggi keanekaragaman serangga lain yang ada pada suatu habitat, maka dapat dimungkinkan semakin tinggi juga keanekaragaman parasitoid dan predator yang terdapat pada habitat tersebut. Hal ini berkaitan dengan terpenuhi dan tercukupinya makanan bagi parasitoid dan predator tersebut.

Kelimpahan individu parasitoid yang didapatkan dari puru *C. connexa* adalah 22 individu yang terdiri dari 2 superfamili dan 4 famili (Tabel 5). Dari 4 famili Hymenoptera parasitoid yang telah dikumpulkan, 2 famili yaitu Ormyridae dan Eulophidae adalah famili yang mempunyai spesies terbanyak dibandingkan dengan famili yang lain.

Tabel 5. Kekayaan spesies dan Kelimpahan Individu Parasitoid *C. connexa*

Kawasan	Penggunaan Lahan	Ich1	Brc1	Orm1	Eul1	Eul2	Eul3
Gunung Arjuno	Lahan Kosong	0	0	7	1	4	0
	Agroforestry	0	0	0	0	0	0
	Tegalan	0	0	0	1	0	1
	Kebun	0	0	0	0	0	0
	Perumahan	0	0	0	0	0	0
	Pinggir Jalan	0	0	0	0	0	0
	Sawah	0	0	0	0	0	0
Sub Total		0	0	7	2	4	1
Gunung Bromo	Lahan Kosong	0	0	0	0	1	1
	Agroforestry	1	1	1	0	2	0
	Tegalan	0	0	0	0	0	0
	Kebun	0	0	0	1	0	0
	Perumahan	0	0	0	0	0	0
	Pinggir Jalan	0	0	0	0	0	0
	Sawah	0	0	0	0	0	0
Sub Total		1	1	1	1	3	1
Total		1	1	8	3	7	2

Ket: Ich1= Ichneumonidae sp1, Brc1= Braconidae sp1, Orm= Ormyridae sp1, Eul= Eulophidae sp1, sp2, sp3

Menurut pendapat Gullan & Cranston (2010), parasitoid dapat menemukan *C. connexa* di dalam puru karena adanya sistem komunikasi yang berupa hormon yang dikeluarkan oleh *C. connexa*. Hormon tersebut yaitu kairomone. Selain itu, parasitoid menemukan *C. connexa* juga dibantu oleh *C. odorata* dengan

mengeluarkan suatu senyawa kimia. Senyawa kimia tersebut yaitu synomone. Synomone adalah suatu senyawa kimia yang dikeluarkan oleh tumbuhan akibat luka yang disebabkan oleh suatu organisme sehingga dapat ditangkap serangga.

Parasitoid sering dianggap sangat efisien dan mampu menyempurnakan perkembangannya dalam satu inang. Keanekaragaman parasitoid di alam ditentukan oleh banyak faktor. Faktor yang dapat menentukan keanekaragaman serangga parasitoid selain ditentukan oleh lanskap suatu wilayah, ditentukan pula antara lain oleh kondisi lokal dari sejarah dan musim tanam, juga praktek pertanian yang dilakukan termasuk pola penanaman dari suatu daerah (Toisuta, 2007).

Parasitoid memiliki karakteristik antara lain, merusak inangnya selama perkembangan, berukuran relatif lebih kecil dari inangnya, memiliki inang yang spesifik, inangnya merupakan serangga, menghabiskan satu inang selama hidupnya, imago parasitoid hidup bebas dan hanya fase pradewasa yang memarasit inangnya (Pebrianti, 2016). Parasitoid dari famili Ichneumonidae diketahui sebagai parasitoid larva. Berdasarkan hasil identifikasi famili Ichneumonidae memiliki bentuk ukuran panjang tubuh ± 2 mm, mata berwarna hitam, mempunyai antena yang panjang dengan 16 ruas dan imago berwarna kuning. Parasitoid dari famili Braconidae diketahui sebagai parasitoid larva. Hasil identifikasi parasitoid famili Braconidae memiliki bentuk ukuran panjang tubuh ± 3 mm, memiliki 24 ruas flagela antena, mata berwarna hitam dan imago berwarna oranye. Pada imago Braconidae betina terdapat ovipositor. Parasitoid dari famili Ormyridae diketahui sebagai endoparasitoid soliter. Hasil identifikasi parasitoid famili Ormyridae memiliki bentuk ukuran panjang tubuh ± 3 mm, tubuh imago betina berwarna merah metalik dan kecoklatan pada bagian toraks dan abdomen, mata berwarna merah, kepala berbentuk oval. Parasitoid dari famili Eulophidae diketahui sebagai parasitoid telur larva. Hasil identifikasi parasitoid famili Eulophidae memiliki bentuk tubuh kecil dengan ukuran $\pm 1,4$ mm, memiliki 6 ruas flagela antena dan imago berwarna kuning (Gambar Lampiran 1).

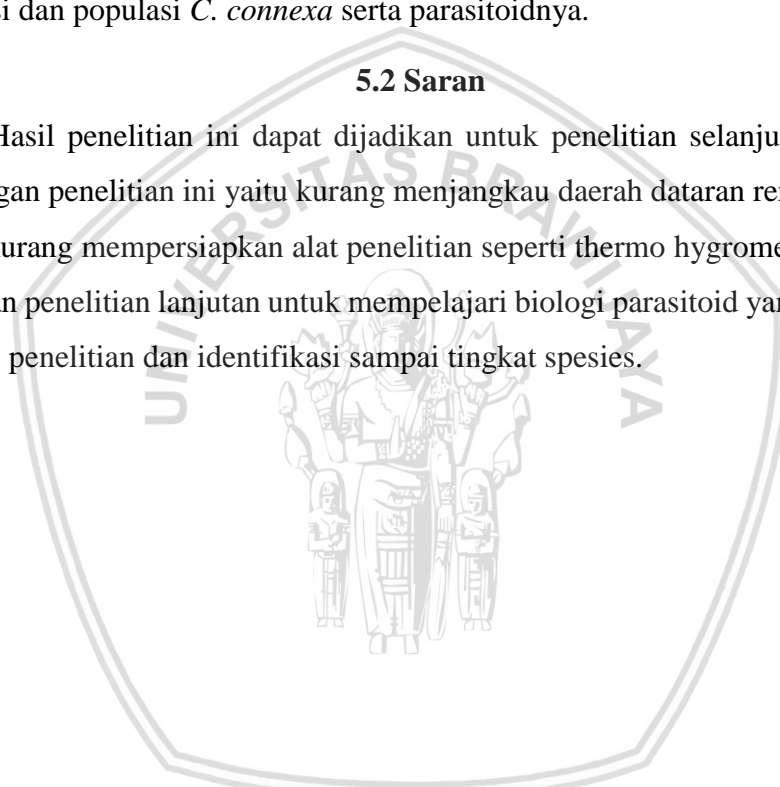
V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Tidak ada perbedaan terhadap distribusi dan populasi *C. connexa* di kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo. *C. odorata* dapat tumbuh di setiap kondisi tipe penggunaan lahan dan variasi ketinggian tempat. Keberadaan *C. odorata* diikuti juga dengan keberadaan musuh alaminya yaitu *C. connexa*. Tipe penggunaan lahan berpengaruh terhadap distribusi dan populasi *C. connexa* serta parasitoidnya. Namun, pada ketinggian tempat tidak berpengaruh terhadap distribusi dan populasi *C. connexa* serta parasitoidnya.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan untuk penelitian selanjutnya. Namun kekurangan penelitian ini yaitu kurang menjangkau daerah dataran rendah (10-300 mdpl), kurang mempersiapkan alat penelitian seperti thermo hygrometer dan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mempelajari biologi parasitoid yang ditemukan di lokasi penelitian dan identifikasi sampai tingkat spesies.



DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S. 2014. Serangga dan Serangga Musuh Alami yang Berasosiasi pada Tumbuhan Liar Dominan di Lahan Rawa Pasang Surut. Prosiding Seminar Nasional "Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi". Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru, Kalimantan Selatan.
- Chapman, R.F. 1995. Mechanics of food handling by chewing insects. Di dalam: Chapman R. F., de Boer, G. (ed). Regulatory Mechanisms in Insect Feeding. New York. Hlm 3-31.
- Chenon, R.D., A. Sipayung, and P. Sudharto. 2002. A decade of Biological control against *Chromolaena odorata* at the Indonesian Oil Palm Research Institute in Marihat. Di dalam: Zachariades C, Muniapan R, Strathie LW (ed). Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of *Chromolaena odorata*, Durban, South Africa, 23-25 October 2000. ARC-PPRI. Hlm 46-52.
- Dinnage, R., M.W. Cadotte, N.M. Haddad, G.M. Crutsinger, and D. Tilman. 2012. Diversity of Plant Evolutionary Lineages Promotes Arthropoda Diversity. *Ecol Let*, 15 (11): 1308-1317.
- FAO. 2005. Alien Invasive Species: Impacts on Forests and Forestry - A Review. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematicsitemap/theme/biodiversity/weeds/listweeds/chr-odo/en/> (25 Januari 2018).
- Frastika, S., R. Pitopang, dan N.I. Suwatika. 2017. Uji Efektifitas Ekstrak Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King dan H. Rob) Sebagai Herbisida Alami terhadap Perkecambahan Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) dan Niji Karulei (*Mimosa Invisa* Mart. Ex Colla). *Journal of Science and Technology*. Vol 6 (3): 225-238. Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Tadulako.
- Gullan, P.J., and P.S. Cranston. 2010. The Insects: AN Outline of Entomology. London: Chapman & Hall.
- Harjaka, T., dan S. Mangoendihardjo. 2010. Evaluasi Lanjut Penyebaran Lalat Argentina Sebagai Pengendali Gulma Siam. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* (Indonesian, Journal of Plant Protection) XVI (1), 2010: 42-46.
- Heidari, M., and M. Jahan. 2000. A study of ovipositional behaviour of *Anagyrus pseudococci* a parasitoid of mealybugs. *Journal Agriculture Science and Technology* 2:49-53.
- Indarwatmi, M. 2006. Biologi dan Kisaran Inang Lalat Puru *Cecidochares Connexa* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) Sebagai Agens Hayati Gulma Kirinyuh. Thesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Jaya, S.H.A. 2006. Implikasi Eksistensi *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Asteraceae) dan Agens Hayatinya *Cecidochares connexa* Macquart (Diptera: Tephritidae) terhadap Struktur Komunitas Serangga dan Tumbuhan Lokal. Thesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Lai, P.Y., R.T.H. Muniappan, Wang, and C.J. Wu. 2006. Distribution of *Chromolaena odorata* and its Biological Control in Taiwan. *Proceeding of Hawaiian Entomology Society* 38: 119-122.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. New Jersey (US): Blackwell Publishing.

- Manueke, J., M. Tulung, dan J.M.E. Mamahit. 2015. Biologi *Sitophilus oryzae* dan *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA; CURCULIONIDAE) pada Beras dan Jagung Pipilan. Jurnal Eugenia. Vol 21 (1).
- Muniappan, R., and J. Bamba. 2002. Host-specificity testing of *Cecidochares connexa*, a biological control agent for *Chromolaena odorata*. Di dalam: Zachariades, C., Muniapan, R., Strathie, L. W., editor. Proceedings of the Fifth International Workshop on Biological Control and Management of *Chromolaena Odorata*: Durban, South Africa, 23-25 Oktober, 2000. ARCPPRI. hlm 134-136.
- Muhamat, Hidayaturrahmah, dan A. Nurliani. 2015. Serangga-serangga pengunjug pada tanaman zodia (*Evodia suaveolens*). PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON. Vol 1 (5): 1040-1044.
- Orapa, W., and I. Bofeng. 2004. Mass production, establishment and impact of *Cecidochares connexa* on *Chromolaena* in Papua New Guine. Di dalam: Day, M. D., McFadyen, R. E. C., editor. *Chromolaena* in Asia-Pasific Region. Proceeding of the 6th Workshop *Chromolaena*. Cairns, 6-9 May 2003. Canbera: ACIAR. Hlm 30-35.
- Pebrianti, D.H. 2016. Keanekaragaman Parasitoid dan Artropoda Predator pada Pertanaman Kelapa Sawit dan Padi Sawah di Cindali, Kabupaten Bogor. Thesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Pebrianti, D.H., N. Maryana, dan I.W. Winasa. 2016. Keanekaragaman Parasitoid dan Artropoda Predator pada Pertanaman Kelapa Sawit dan Padi Sawah di Cindali, Kabupaten Bogor. Jurnal HPT Tropika. Vol 18, No.2 Hal 138-146.
- Perdana, R.A.T. 2010. Keanekaragaman Serangga Hymenoptera (Khususnya Parasitoid) pada Areal Persawahan, Kebun Sayur dan Hutan di Daerah Bogor. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Prawiradiputra, B.R. 2007. Kirinyuh (*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King dan H. Robinson: Gulma padang rumput yang merugikan. Bulletin Ilmu Peternakan Indonesia (WARTAZOA), 17 (1): 46-52.
- Safi'i, I. 2006. Parasitisasi pada *Cecidochares connexa* di Beberapa Tempat di Jawa Barat. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Sabur, A.M. 2003. Pengendalian gulma dengan serasah pangkasan dan rotasi herbisida di perkebunan teh. Efisiensi penggunaan herbisida glifosat pada penerapan teknologi sonic bloom. Pros. Konf. Nas. XVI HIGI Jilid 2 Bogor, 15-17 Juli.
- Suharjo, R., dan T.N Aeny. 2011. Eksplorasi potensi gulma siam (*Chromolaena odorata*) sebagai biofungisida pengendali *Phytophthora palmivora* yang diisolasi dari buah kakao. J HPT Tropika. Vol 11 (2): 201-209. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Sipayung, A., R.D. Chenon, and P.S. Sudharto. 1991. Observations on *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King and H. Robinson in Indonesia. Second International Workshop on the Biological Control and Management of *Chromolaena odorata*. Biotrop, Bogor. <http://www.ehs.cdu.edu.au/chromolaena/2/2sipay>. (13 Januari 2006).

- Sipayung, A., dan R.D. Chenon. 1995. *Procecidochares connexa* untuk pengendalian gulma *Chromolaena odorata* [makalah]. Di dalam: Seminar Pelepasan *Procecidochares connexa*; Medan, 17 Juli 1995. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit. hlm 1-14.
- Speight, M. R., M.D. Hunter, and A.D. Watt. 1999. Ecology of Insect: Concept and Application. Blacwell Science
- Thamrin, M., S. Asikin, Mukhlis, dan A. Budiman. 2007. Potensi ekstrak flora lahan rawa sebagai pestisida nabati. Dalam Supriyo, A., Noor, M., Ar-Riza, I., dan Nazemi, D. (Ed). Monograf: Keanekaragaman Flora dan Buah-buahan Eksotik Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Hal 23-31.
- Tjitrosemito, S. 1998. Integrated management of *Chromolaena odorata* emphasizing the classical biological control. Biotropia 11: 9-21.
- Tjitrosemito, S. 1999. The Establishment of *Procecidochares connexa* in West Java, Indonesia: a Biological Control Agent of *Chromolaena odorata*. Biotropia 12: 19-24.
- Toisuta, T.J. 2007. Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid pada Habitat *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Asteraceae): Studi Parasitoid yang Berasosiasi dengan *Cecidochares connexa* Macquart (Diptera: Tephritidae) di Daerah Bogor. Thesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Utami, S., dan R. Rahadian. 2010. Kompetisi Gulma dan Tanaman Wortel pada Perlakuan Pupuk Organik dan *Effective Microorganisms*. Majalah BIOMA. Jurusan Biologi FMIPA UNDIP. Vol.12, No. 2, Hal. 40-43.
- Waterhouse, D.F. 1994. Biological control of weeds: Southeast Asian Prospects. Canberra: ACIAR hlm 302.
- Widayanti, S., S. Tjitrosemito, Kasno, dan I. Mawardi. 2001. Pengendalian hayati *Chromolaena odorata* dengan menggunakan lalat puru *Procecidochares connexa* di Cagar Alam Pangandaran, Jawa Barat [makalah]. Di dalam : Konferensi Nasional HIGI XV; Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 17-19 Juli 2001. Bogor; Biotrop. Hlm 1-7.
- Zachariades, C., M. Day, R. Muniappan. and G.V.P. Reddy. 2009. Biological Control of Tropical Weeds using Arthropods. Cambridge University Press.



Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Uji T terhadap Populasi Rumpun *C. odorata* pada Setiap Transek di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo

	Gunung Arjuno	Gunung Bromo
Mean	37,44444444	32,88888889
Variance	525,2777778	383,6111111
Obsevation	9	9
Pooled Variance	454,4444444	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	16	
t Stat	0,453322427	
P(T<=t) one-tail	0,328202052	
t Critical one-tail	1,745883676	
P(T<=t) two-tail	0,656404103	
t Critical two-tail	2,119905299	

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Uji T terhadap Populasi *C. connexa* pada Setiap Transek di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo

	Gunung Arjuno	Gunung Bromo
Mean	131,4444444	99,44444444
Variance	11385,27778	7231,527778
Obsevation	9	9
Pooled Variance	9308,402778	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	16	
t Stat	0,703588369	
P(T<=t) one-tail	0,245901046	
t Critical one-tail	1,745883676	
P(T<=t) two-tail	0,491802092	
t Critical two-tail	2,119905299	

Tabel Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Populasi Rumpun *C. odorata* pada Setiap Penggunaan Lahan di Lereng Gunung Arjuno dan Gunung Bromo

SK	Db	JK	KT	F	P
Penggunaan Lahan	6	806	134,31	1,603	0,161
Galat	65	5446	83,78		

Tabel Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam Populasi *C. connexa* pada Setiap Penggunaan Lahan di Lereng Gunung Arjuno dan Gunung Bromo

SK	Db	JK	KT	F	P
Penggunaan Lahan	6	25282	4214	2,929	0,0137*
Galat	65	93516	1439		

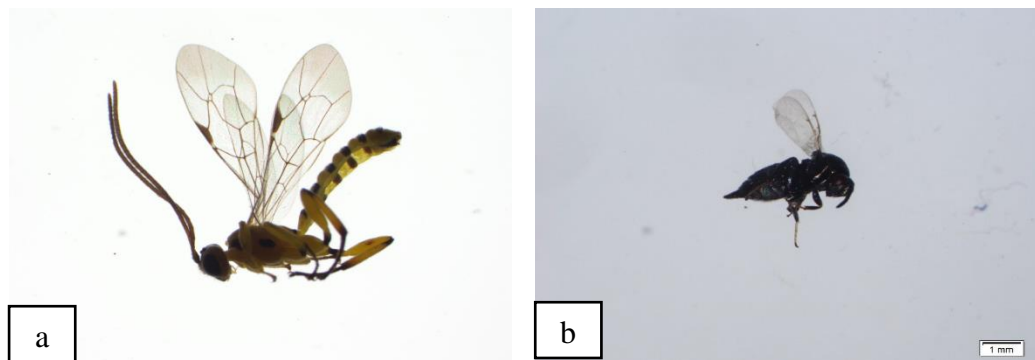
Keterangan: * = 0,05; ** = 0,01; *** = 0,001

Tabel Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Populasi Rumpun *C. odorata* pada Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo

SK	Db	JK	KT	F	P
Ketinggian Tempat	6	630	105,00	1,216	0,309
Galat	66	5698	86,34		

Tabel Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam Populasi *C. connexa* pada Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Arjuno dan Gunung Bromo

SK	Db	JK	KT	F	P
Ketinggian Tempat	6	13073	2179	1,35	0,248
Galat	66	106539	1614		



Gambar Lampiran 1. Famili dari Hymenoptera Parasitoid yang ditemukan di dalam puru *C. connexa*: (a) Famili Ichneumonidae, (b) Famili Ormyridae, (c) Famili Eulophidae



Gambar Lampiran 2. Hasil Identifikasi *C. connexa*: (a) *C. connexa* Betina, (b) *C. connexa* Jantan



Gambar Lampiran 3. *C. odorata* di Lahan Kosong



Gambar Lampiran 4. *C. odorata* di Tegalan Tebu



Gambar Lampiran 5. *C. odorata* di Kebun Jeruk



Gambar Lampiran 6. *C. odorata* di Perumahan



Gambar Lampiran 7. *C. odorata* di Pinggir Jalan



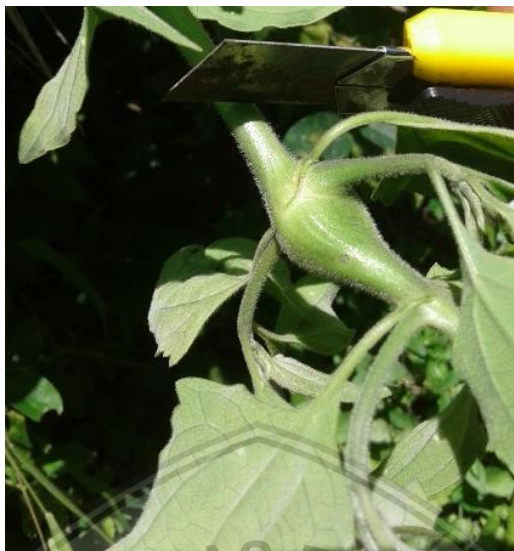
Gambar Lampiran 8. *C. odorata* di Sawah



Gambar Lampiran 9. *C. odorata* di Agroforestry



Gambar Lampiran 10. Puru Berlubang



Gambar Lampiran 11. Pemotongan Puru dari *C. odorata*



Gambar Lampiran 12. Koleksi Puru *C. connexa*